

7 | Crescimento e renovação dos organismos

7.2 | Mitose e ciclo celular

Como crescem os organismos multicelulares?

Que mecanismos permitem manter a informação genética em todas as células de um indivíduo?

Como se explica que um mesmo organismo tenha células diferentes?

Os organismos multicelulares têm origem numa única célula! Existem processos de divisão celular que permitem formar novas células iguais à célula original, garantindo que a informação genética seja rigorosamente replicada e transmitida à nova geração celular. Mas embora todas as células de um organismo sejam geneticamente iguais, podem existir células com funções diferentes e especializadas.

Neste subtema estudam-se os processos celulares que permitem formar células geneticamente iguais e exploram-se os processos que explicam a diferenciação celular.

Conceitos-chave

- Ciclo celular
- Replicação semi-conservativa do DNA
- Interfase, Mitose e Citocinese
- Profase, Metafase, Anafase, Telofase
- Expressão genética
- Diferenciação celular
- Diversidade de células e organismos

Metas de Aprendizagem

- Revê conceitos básicos sobre o núcleo, DNA e código genético.
- Explica o significado do ciclo celular e a sua importância para a renovação e crescimento dos organismos multicelulares.
- Justifica a importância da replicação do DNA no ciclo celular.
- Descreve o modelo de replicação semiconservativa do DNA.
- Relaciona erros de replicação de DNA com o aparecimento de mutações e suas consequências nas células e nos organismos.
- Relaciona a anafase com o papel do fuso acromático.
- Interpreta imagens de mitose e ciclo celular.
- Relaciona a expressão genética com a diferenciação celular.
- Utiliza, em segurança e com correção, material de laboratório.
- Elabora memória descritiva com resultados de trabalhos práticos utilizando linguagem e formato cientificamente adequados.

1 Ciclo celular

A célula é a unidade básica de todos os seres vivos, unicelulares e multicelulares.

Nos seres multicelulares as células podem especializar-se, para que os organismos tenham órgãos com funções específicas; mas também podem dividir-se de modo a garantir o crescimento ou a renovação dos tecidos que vão envelhecendo.

O tempo que uma célula vive é bastante variável. Depende do organismo a que pertence e das funções que nele desempenha. Quando uma célula se divide tem de garantir que as células filhas recebam toda a informação genética da célula mãe, o que implica ter pelo menos duas cópias de organelos e material genético para dividir pelas duas novas células filhas.

O conjunto de processos que acontecem desde que uma célula se forma até que ela conclui o seu processo de divisão, originando outras células idênticas, chama-se **ciclo celular** [Figura 7.2.1].

I - Interfase

G1 – Crescimento celular e síntese de biomoléculas

S – Duplicação do DNA

G2 – Crescimento celular e síntese de biomoléculas

II - Fase mitótica - Divisão celular

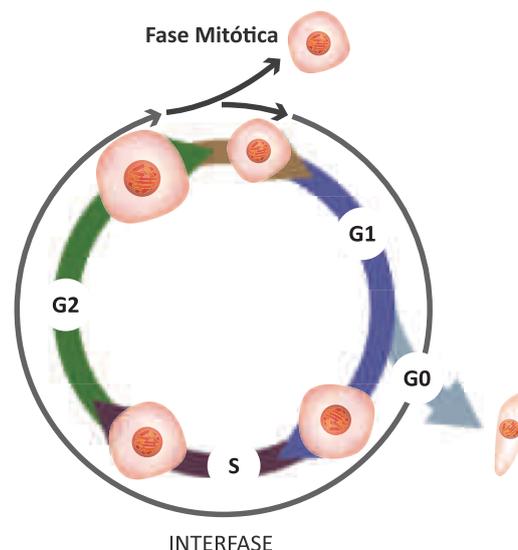


Figura 7.2.1 – Ciclo celular

1.1 Etapas da interfase

O primeiro período da Interfase chama-se período G1. Durante este período a célula cresce, sintetizando biomoléculas e formando novos organelos e pode ter dois destinos:

- Tornar-se especializada na realização de certas funções (ex. célula da pele, do osso, músculo...) e nunca mais se dividir. Neste caso a célula passa à fase G0, vivendo como célula diferenciada.
- Não adquirir nenhuma especialização e preparar-se para formar novas células. Neste caso a célula entra no período S.

O segundo período da Interfase chama-se **período S**. Neste período ocorre a replicação do DNA.

No final deste período a célula terá o dobro do DNA no seu núcleo.

Cada um dos seus cromossomas fica a ser constituído por duas cópias exatamente iguais de DNA que se chamam **cromatídios**.

Os cromatídios mantêm-se unidos porque estão ligados por uma zona chamada **centrómero** [Figura 7.2.2].

A última etapa da interfase chama-se **período G2**. Este período é o intervalo entre a duplicação de DNA e o princípio da divisão celular, continuando a crescer. Nas células animais há a duplicação dos centríolos que vão ter um papel importante na mitose. Nas células vegetais não há centríolos.

No final da interfase a célula entra na fase mitótica que leva à formação de duas células filhas que recebem, cada uma, uma cópia do material genético e uma parte do citoplasma da célula mãe.

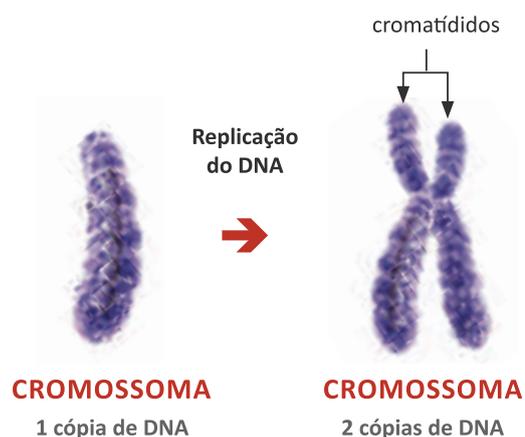


Figura 7.2.2 – Duplicação do DNA no período S da interfase

Atividade 7.2.1

O gráfico mostra como varia a quantidade de DNA numa célula ao longo do ciclo celular.

- 1 - Indica a duração do ciclo celular desta espécie.
- 2 - Indica qual a quantidade de DNA que caracteriza as células deste ser vivo.
- 3 - Identifica os intervalos de tempo que correspondem aos períodos G1, S e G2.

3.1 Justifica a resposta.

- 4 - Completa o gráfico considerando que a célula filha formada após a divisão mitótica entra em período G0.



2 Replicação do DNA

Como vimos, para se preparar para a divisão celular a célula tem de duplicar as suas biomoléculas e organelos. Só assim pode garantir que as células filhas sejam iguais a si própria.

A duplicação do DNA é um dos processos mais importantes, pois do seu rigor depende a manutenção das características da espécie. Importa que não haja erros genéticos, ou seja que não haja alterações na sequência dos nucleótidos do DNA:

Como se obter uma cópia do DNA sem erros na sequência dos seus nucleótidos?

Nos anos 50 do século XX esta questão era um grande desafio para os investigadores. Para tentar explicar como é que era possível uma célula obter duas cópias do seu DNA, polimerizando os nucleótidos que tinha disponíveis no seu citoplasma, surgiram várias hipóteses diferentes [Figura 7.2.3]:

- (A) - A molécula inicial abria e cada uma das suas cadeias ficava a pertencer às novas moléculas;
- (B) - A molécula inicial ficava íntegra (conservada) e servia de molde a uma nova molécula;
- (C) - A molécula inicial desfazia-se (dispersava-se) e os seus nucleótidos integravam as novas moléculas.

Para testar estas hipóteses foram realizados vários trabalhos experimentais, por diferentes equipas de cientistas.

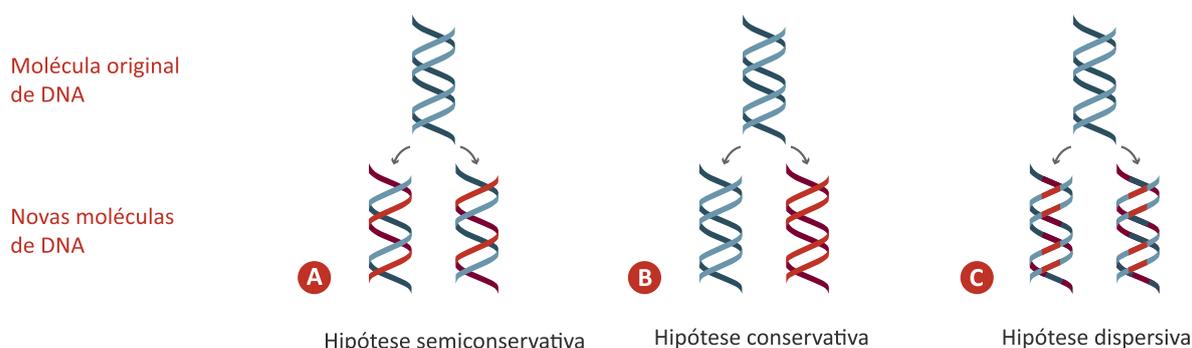


Figura 7.2.3 – Hipóteses explicativas da replicação do DNA

Uma técnica muito utilizada para estudar o DNA consiste em fornecer às células nucleótidos “marcados”, ou seja, nucleótidos que tenham alguma característica molecular que permita seguir a sua utilização pela célula; por exemplo como a célula os utiliza para formar novas moléculas de ácidos nucleicos.

Quando se quer estudar a síntese de DNA utilizam-se nucleótidos de timina, mas quando se quer estudar a síntese de RNA utilizam-se nucleótidos de uracilo, pois estes nucleótidos só existem num tipo de ácido nucleicos. Utilizando uma base azotada que tenha o isótopo ^{15}N (maior peso molecular do que o átomo ^{14}N) sintetizam-se ácidos nucleicos que podem ser identificados por terem uma densidade maior.

Atividade 7.2.2

Os cientistas Meselson e Stahl fizeram uma experiência com bactérias *Escherichia coli*, pondo-as a crescer em meios diferentes e, depois analisando o DNA que sintetizavam. Estas bactérias demoram cerca de 20 minutos a completar o seu ciclo celular, originando células filhas. Os passos foram os seguintes:

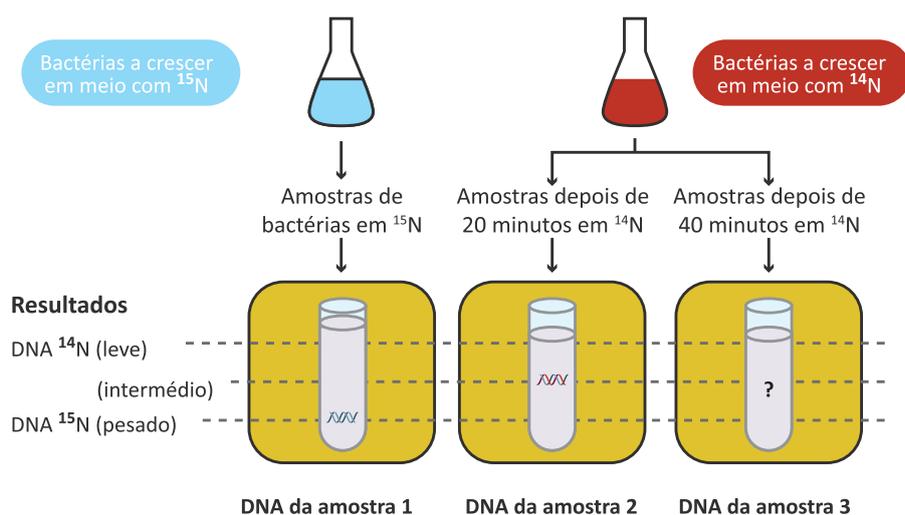
1º Colocaram as bactérias a crescer num meio com nucleótidos com o isótopo ^{15}N (azoto pesado) – frasco azul. Ao fim de 20 minutos recolheram a **Amostra 1**.

2º Mudaram as bactérias para um novo meio com nucleótidos de ^{14}N (azoto leve) - frasco vermelho.

- Ao fim de 20 minutos recolheram a **Amostra 2**.

- Ao fim 40 minutos recolheram a **Amostra 3**.

3º Extraíram o DNA de todas as amostras e analisaram o peso molecular.



Os resultados relativos ao peso do DNA das amostras 1 e 2 estão apresentados na figura seguinte.

Analisa atentamente os dados e responde:

- 1 - Compara o peso relativo do DNA das amostras 1 e 2.
- 2 - Explica por que razão o DNA das amostras tem peso diferente.
- 3 - Prevê por que razão o DNA da amostra 2 não tem o peso relativo a DNA todo formado por ^{14}N .
- 4 - Com base nos resultados, indica qual das hipóteses (Figura 7.2.3) parece a mais correta.
- 5 - Prevê os resultados obtidos para a amostra 3. Justifica fazendo esquemas das moléculas de DNA (utiliza cores para representar a dupla hélice: azul para cadeias com ^{15}N ; vermelho para cadeias com ^{14}N).

2.1 Replicação semiconservativa

No final do século XX estava definitivamente provado que o DNA tinha uma **replicação semiconservativa**, ou seja as duas cadeias da molécula original separam-se e cada uma fica a fazer parte de uma nova molécula de DNA. Cada cadeia do DNA original serve de molde ao encaixe correto dos nucleótidos (A-T; C-G) e, desse modo, fica garantida a integridade do código genético.

A abertura das cadeias e a polimerização dos nucleótidos acontecem com a ajuda de enzimas específicas:

- a enzima **helicase** abre a cadeia dupla de DNA;
- a enzima **DNA polimerase** liga-se a cada cadeia original e faz a ligação dos novos nucleótidos.

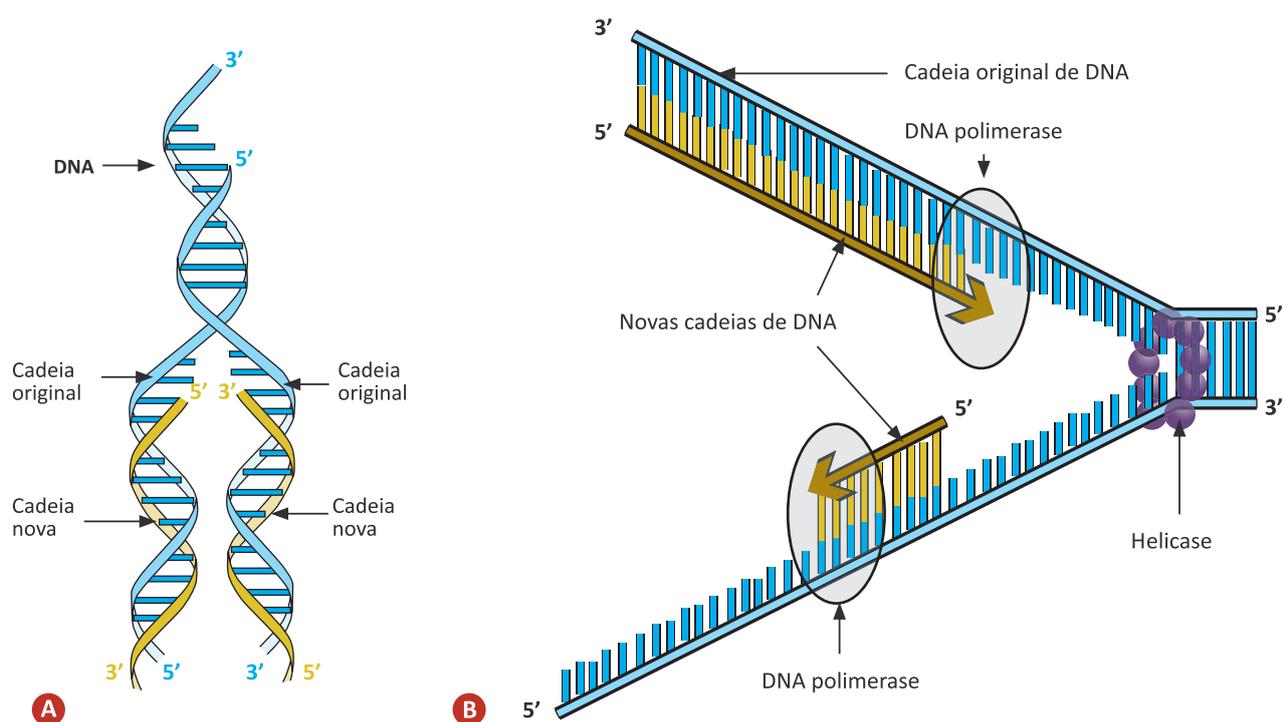


Figura 7.2.4 – Replicação semiconservativa do DNA

A figura 7.2.4 ilustra o processo de replicação semiconservativa do DNA. Os esquemas mostram que a abertura da cadeia original pela enzima helicase se faz de forma gradual, permitindo que os nucleótidos sejam acrescentados nas posições corretas e de forma gradual. As novas duplas hélices de DNA serão formadas por uma cadeia original de DNA (azul) e uma cadeia formada de novo (amarelo).

O esquema (B) da figura 7.2.4 evidencia o papel das enzimas DNA polimerase e helicase na replicação de DNA: a helicase abre a cadeia dupla de DNA, e em seguida a enzima DNA polimerase adiciona novos nucleótidos às cadeias novas, usando como moldes as cadeias originais de DNA. A nova cadeia de DNA cresce sempre no sentido 5' para 3'.

3 Fase mitótica

No final do período G2 a célula atingiu o seu tamanho máximo e tem o material genético replicado. Esse material genético é constituído por filamentos muito longos de DNA, associados a proteínas, formando cromossomas que se encontram estendidos no interior do núcleo da célula. Como os cromossomas estão muito distendidos (finos e

longos) não é possível vê-los quando observamos as células ao MOC, pois o núcleo apresenta-se com um aspeto mais ou menos uniforme [Figura 7.2.5].

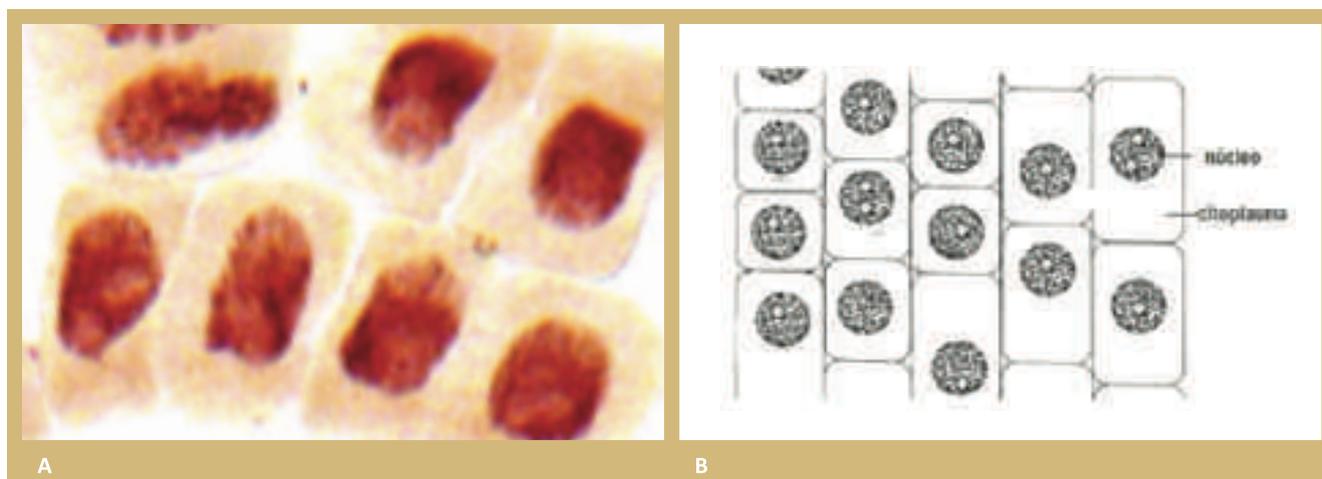


Figura 7.2.5 – Imagens de células vegetais em interfase: (A) Fotografia ao MOC (400x); (B) Esquemas de células

A divisão do material genético tem de garantir que a separação dos cromatídios de cada cromossoma se faz de forma correta, sem que haja trocas ou perdas de fragmentos. Para garantir este processo é fundamental condensar os cromossomas que se encontram dispersos no núcleo da célula. Assim, ao longo da fase mitótica será possível observar os cromossomas como filamentos curtos e grossos [Figura 7.2.6].

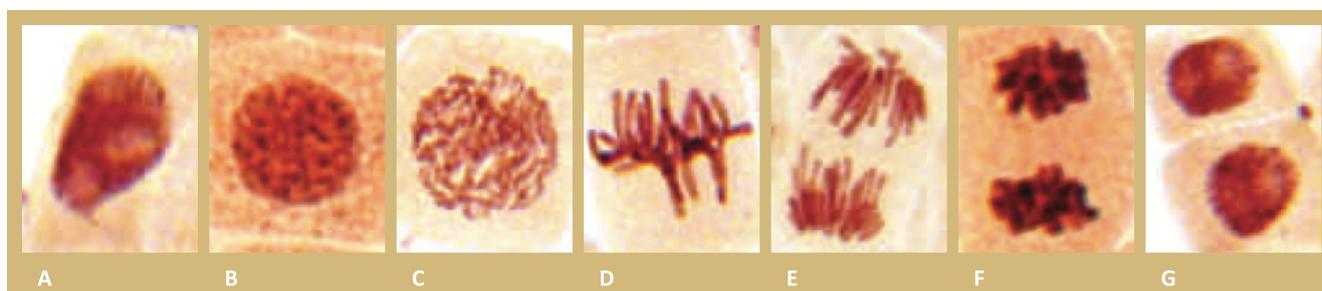


Figura 7.2.6 – Imagens de células vegetais ao MOC (400x) ao longo do ciclo celular: (A) interfase; (B a F) fase mitótica; (G) interfase

A imagem 7.2.7 ajuda a compreender como um processo de enrolamento especial aplicado a fios que estejam inicialmente misturados facilita a sua individualização e separação.

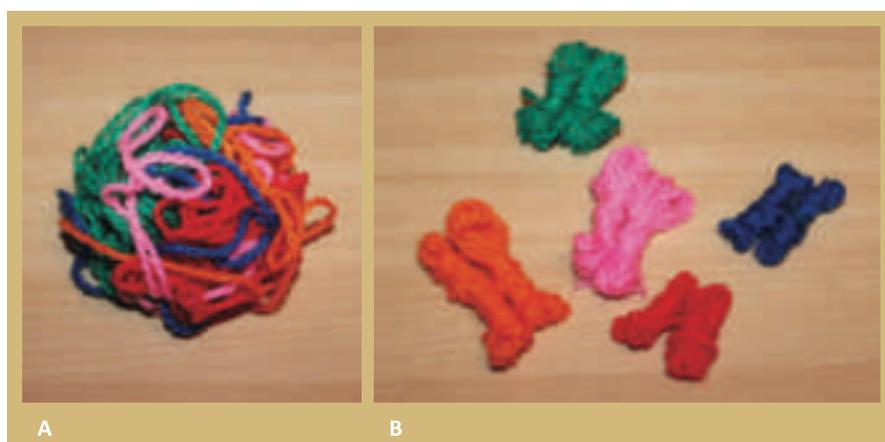


Figura 7.2.7 – Mistura de fios coloridos: (A) fios distendidos; (B) fios individualizados após enrolamento

A fase mitótica tem de garantir duas etapas essenciais para a formação de células filhas que se designam do seguinte modo:

- **Mitose** – Ocorre o enrolamento dos filamentos de DNA e proteínas de modo a que seja possível a separação dos cromatídios de cada cromossoma, seguindo-se a formação de dois novos núcleos;
- **Citocinese** – Ocorre a divisão do citoplasma para formar duas células individualizadas.

3.1 Mitose

A mitose desenvolve-se ao longo de quatro fases distintas: **Profase**, **Metafase**, **Anafase** e **Telofase**.

Profase

Esta é a fase mais longa da mitose. Nesta fase há condensação dos cromossomas, o que os torna mais curtos e grossos devido ao enrolamento progressivo dos filamentos de DNA. Devido a este processo os dois cromatídios podem tornar-se visíveis ao microscópio ótico. Nas células animais, cada centríolo migra para um polo da célula. O invólucro nuclear desorganiza-se e desaparece [Figura 7.2.8].

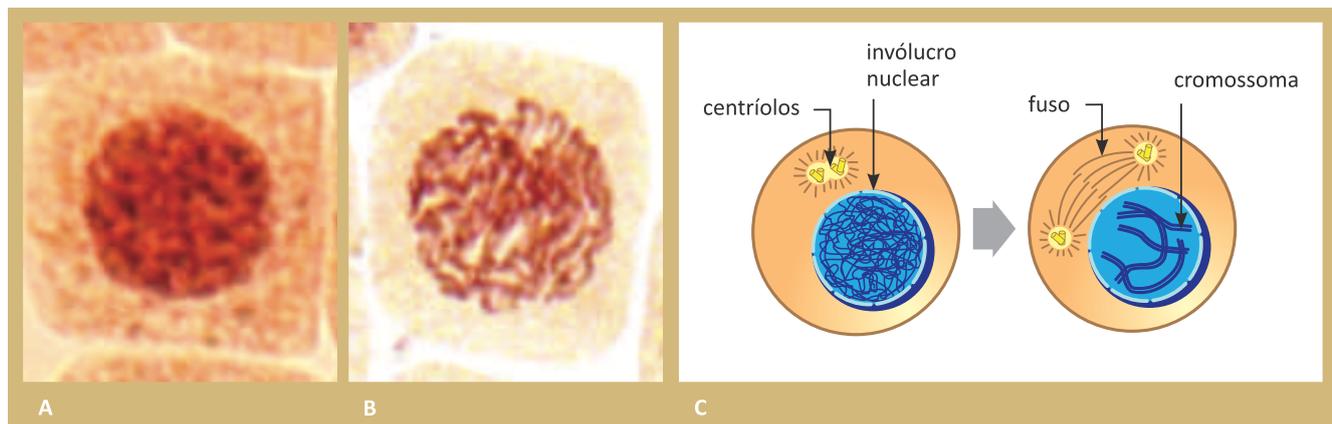


Figura 7.2.8 – Profase: (A e B) Fotografias de célula vegetal ao MOC (400X); (C) esquema de célula animal

Metafase

Durante esta fase os cromossomas atingem o seu máximo de condensação e ficam muito curtos e grossos, com o centrómero na zona central, ou equatorial, da célula. Forma-se o fuso acromático, ou seja filamentos de proteínas (microtúbulos) que ligam os centrómeros aos dois centríolos localizados em cada um dos polos da célula [Figura 7.2.9].

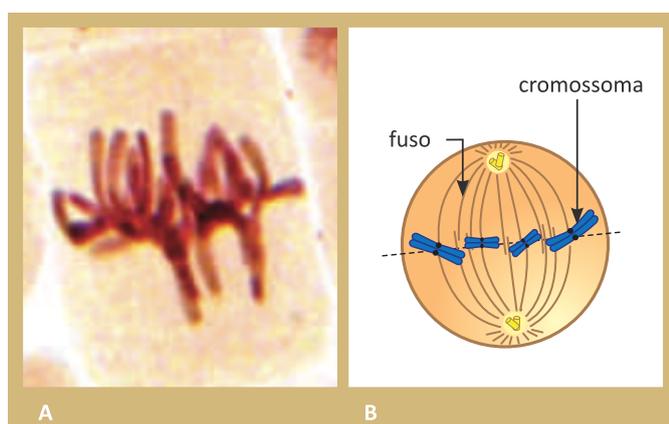


Figura 7.2.9 – Metafase: (A) Fotografia de célula vegetal ao MOC (400x); (B) esquema de célula animal

Anafase

Nesta fase o centrómero rompe-se e os cromatídios, que constituem cada cromossoma, vão separar-se, movendo-se em direção aos polos da célula. No final da anafase, cada polo da célula tem um conjunto de cromossomas idênticos, cada um constituído por um cromatídio [Figuras 7.2.10].



Figura 7.2.10 – Anafase: (A e B) Fotografias de célula vegetal ao MOC (400x) e (C) esquema de célula animal

Telofase

Nesta fase o fuso acromático desaparece. Os cromossomas deixam de estar condensados e tornam-se de novo finos e dispersos. Em cada um dos polos, à volta do material cromossómico, forma-se o invólucro nuclear. A célula começa a adquirir um aspeto semelhante ao da interfase. No final da telofase a célula tem dois núcleos idênticos entre si e também idênticos ao núcleo original [Figura 7.2.11].

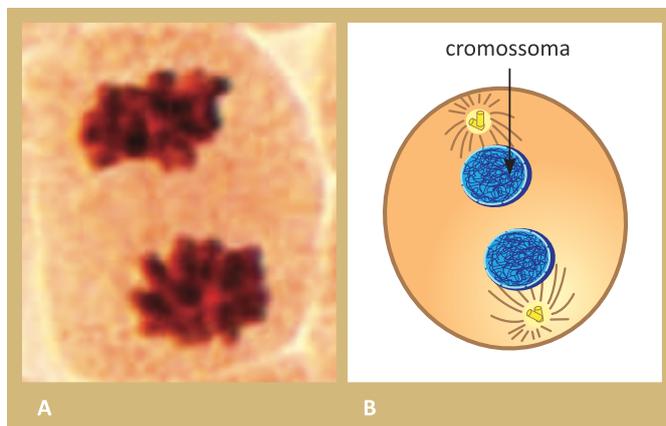


Figura 7.2.11 – Telofase: (A) Fotografias de célula vegetal ao MOC (400x) e (B) esquema de célula animal

Sabias que...

As células não têm todas o mesmo ritmo de divisão. As células da pele humana, por exemplo, dividem-se frequentemente, ao contrário dos neurónios.

Ao longo do ciclo celular existem pontos de controlo que regulam a velocidade de divisão. A célula permanece num desses pontos até completar todos os processos dessa fase e receber um estímulo para avançar.

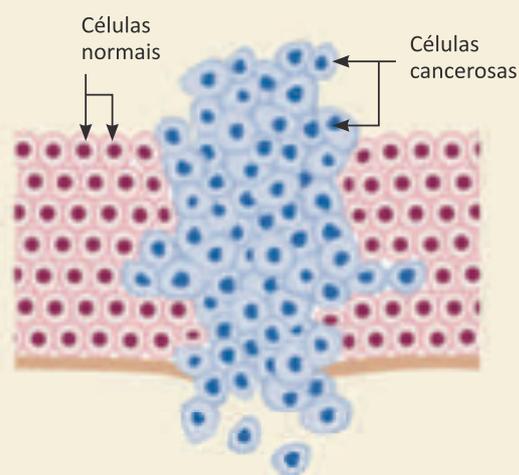
Nos mamíferos o controlo na fase G1 é muito importante. Se a célula não receber estímulos para prosseguir a divisão, em vez de se dividir diferencia-se.

Outro controlo importante é na fase G2. Neste controlo verifica-se se a replicação de DNA foi correta. Finalmente na mitose há um ponto de controlo na passagem da metafase para anafase.

Quando um destes controlos falha, a célula perde a capacidade de regular a sua divisão.

As divisões sucessivas sem controlo podem originar massas celulares anormais (tumores).

As células cancerosas dividem-se rapidamente e alteram o seu metabolismo. Elas podem sair do tecido onde se formaram e circular pelo sangue, instalando-se noutros tecidos e originando novos tumores – metastases.



3.2 Citocinese

Nas células animais a citocinese acontece por estrangulamento do citoplasma na zona equatorial, formado por um anel contráctil de filamentos proteicos.

Nas células vegetais não ocorre estrangulamento, já que estas células apresentam uma parede celular rígida. A divisão do citoplasma está associada à formação de uma placa equatorial. Após a mitose, surgem vesículas membranares produzidas no Complexo de Golgi entre os dois novos núcleos formados. A partir destas vesículas é gerada nova membrana plasmática e também o início da nova parede celular.

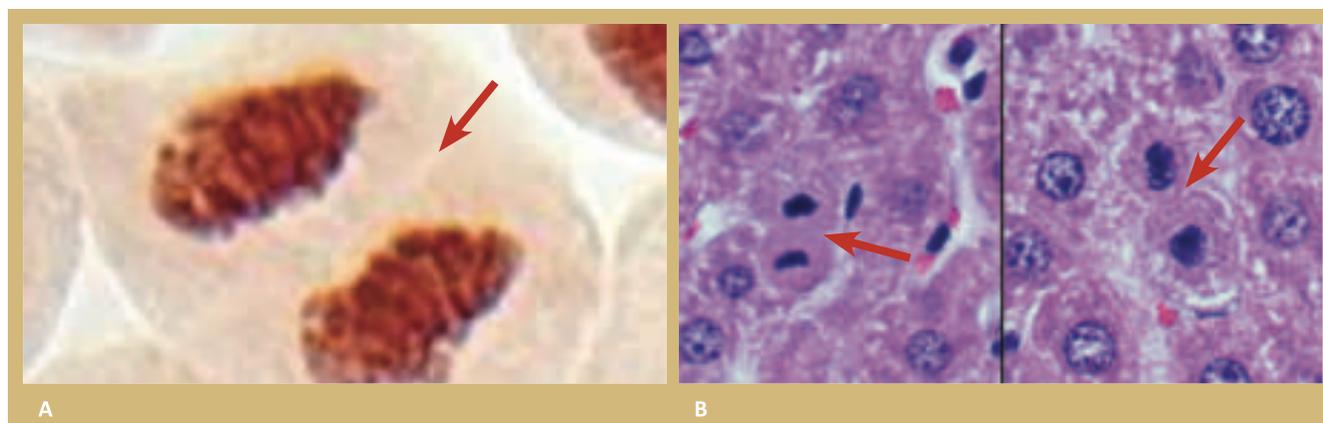


Figura 7.2.12 – Fotografias de MOC de células em citocinese: (A) célula vegetal (seta na zona da placa equatorial); (B) célula animal (seta na zona de estrangulamento do citoplasma).

Atividade Prática 7.2.3

Observa atentamente os esquemas seguintes que representam fases do ciclo celular de células vegetais.

- 1 - Identifica em que fase se encontra cada uma das células identificadas com os algarismos 1 a 12.
- 2 - Indica em que células os núcleos têm cromossomas com dois cromatídios.
- 3 - Explica, por palavras tuas, cada uma das fases da mitose.
- 4 - Descreve como se processa a citocinese nas células representadas.



4 Diferenciação celular

A **diferenciação celular** é o processo em que as células de um organismo sofrem transformações na sua composição para se tornarem especializadas. Geralmente, as células diferenciadas não se dividem e a sua interfase consiste no **período G0**. Mas podem ocorrer situações especiais que exigem a divisão celular.

A diferenciação celular está relacionada com a transcrição dos genes, cuja regulação é complexa e ainda não é totalmente conhecida.

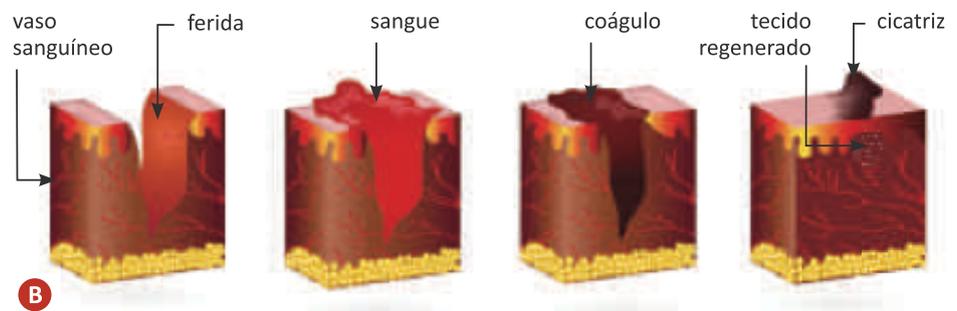


Figura 7.2.13 – (A) pele da mão com ferida; (B) divisão celular e regeneração da pele

Por exemplo, quando fazemos uma ferida numa mão, a pele precisa de cicatrizar. As células da pele à volta da ferida estão diferenciadas (em G0), mas recebem sinais para entrar em mitose.

Assim, algumas células saem de G0 e entram em G1, progridem para o período de síntese S, depois G2 e, por fim dividem-se [Figura 7.2.13].

4.1 Diferenciação celular em animais

A maior parte das células do corpo humano está no estado diferenciado. Alguns exemplos de células altamente diferenciadas são as células nervosas, as células do tecido ósseo, as células da pele, as células musculares ou as células do pulmão. Como vimos, estas células diferenciadas podem em certos casos dividir-se mas originam sempre células do mesmo tecido.

Há células que se mantêm indiferenciadas ou seja, podem continuar a dividir-se, e não têm aspeto nem função específica de células diferenciadas. Estas células chamam-se **células estaminais** ou **células tronco**. E podem originar células iguais ou outros tipos de células do organismo.

As células que têm capacidade de originar outros tipos de células (ex. células nervosas, musculares, sanguíneas) são abundantes nos embriões e raras nos organismos adultos. Chamam-se **células estaminais** ou **células tronco**.

Células estaminais (ou tronco) que têm capacidade de se diferenciar em qualquer tipo de células só existem nos embriões muito jovens e chamam-se **células totipotentes**.

À medida que o organismo cresce e envelhece, as células estaminais que restam só conseguem diferenciar-se em certos tipos de células. Neste caso chamam-se **células pluripotentes**.

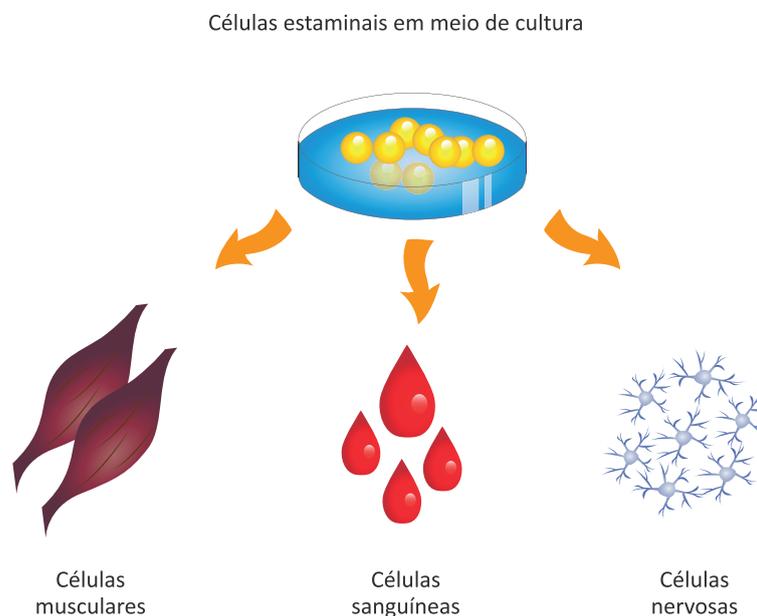


Figura 7.2.14 – Diferenciação celular de células estaminais em laboratório

Para estudar em laboratório as células estaminais humanas pode fazer-se a sua recolha em tecidos embrionários, mas também em certas zonas do corpo humano adulto, como medula óssea, sangue, fígado, placenta, ou cordão umbilical. Atualmente muitos cientistas tentam compreender melhor os processos de diferenciação celular humana e procuram descobrir formas de conseguir utilizar as células estaminais para tratar doenças graves (ex. paralisia, regeneração de órgãos) [Figura 7.2.14].

Sabias que...

As células estaminais (tronco) estão a ser muito usadas na investigação para fins terapêuticos.

Alguns cientistas pretendem saber se será possível fabricar novos órgãos a partir de células tronco para os colocar (transplantar) em doentes.

Já se construiu em laboratório uma bexiga artificial com células estaminais colhidas na medula óssea do próprio doente! Outros estudos usam as células estaminais para recuperar tecidos danificados em acidentes como queimaduras.

Também se estudam formas de usar as células tronco para tratar doenças do coração, do sistema nervoso, ou traumatismos do sistema nervoso.



4.2 Diferenciação celular em plantas

Tal como nos animais, as plantas têm algumas células indiferenciadas que se chamam células meristemáticas. Estas células têm capacidade de se dividir, formando novas células meristemáticas e células que podem originar as células diferenciadas que constituem os órgãos da planta. Estas células localizam-se nas extremidades de raízes e de ramos (ex. nos locais onde costumam surgir rebentos).



Figura 7.2.15 – Exemplos de zonas com células meristemáticas: (A) extremidades de raízes em crescimento; (B) meristema da extremidade (vértice) da raiz ao MOC; (C) zonas onde surgem novos rebentos; (D) meristema apical de um novo rebento ao MOC

O facto de existirem células meristemáticas em quase todos os órgãos das plantas permite que estas possam regenerar partes do seu corpo (ex. ramos, folhas e raízes) [Figura 7.2.15].

Por outro lado, células diferenciadas, após receberem sinais de hormonas (auxinas e citocininas), voltam a ser meristemáticas e dividem-se. Segue-se a diferenciação em órgãos e a regeneração de novas plantas. Estas plantas regeneradas são iguais à planta de origem, por isso a técnica chama-se **clonagem vegetal**.

Em laboratórios de biotecnologia consegue-se clonar novas plantas a partir de apenas uma ou algumas células por exemplo de folha ou de caules [Figura 7.2.16]. As células vegetais são por isso consideradas totipotentes. Esta técnica é importante para regenerar plantas e melhorar espécies agrícolas (revê o subtema 4.3 do 11º ano).

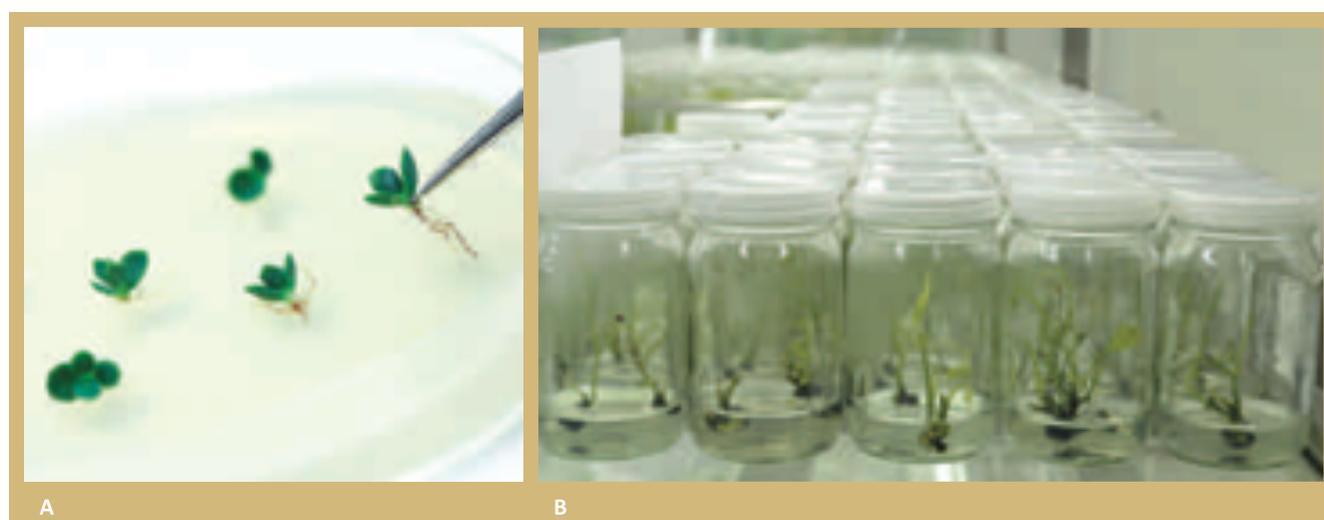


Figura 7.2.16 – Culturas biotecnológicas de plantas a partir de fragmentos de folhas (A) e caules (B)

Ideias-chave 7.2

- O ciclo celular consiste no conjunto de processos que decorrem numa célula desde que ela se forma até que conclui a sua divisão e origina uma nova célula idêntica.
- Durante o ciclo celular podemos considerar duas importantes fases: Interfase e fase mitótica.
- A Interfase inclui três períodos (G1, S e G2). Nesses três períodos acontece o crescimento celular e a síntese de compostos orgânicos necessários para que possa ocorrer a divisão celular.
- As células que perdem a capacidade de divisão entram em fase G0 e só em casos excecionais retomam G1.
- É durante o período S da Interfase que há replicação do DNA.
- A replicação do DNA é semiconservativa, ou seja sempre que há duplicação da molécula de DNA a molécula originada conserva metade da cadeia da molécula inicial.
- Os cromossomas têm a informação genética da célula e são constituídos por DNA e proteínas.
- Os cromossomas apenas são visíveis na célula durante a divisão celular. Quando têm a forma de um X significa que são constituídos por dois cromatídios unidos por um centrómero.
- Depois da Interfase ocorre a fase mitótica, que inclui a mitose e a citocinese: respetivamente a divisão do núcleo e a divisão do citoplasma.
- A mitose é constituída por quatro fases: profase, metafase, anafase e telofase.
- Na profase há enrolamento dos cromatídios e surgem os cromossomas bem visíveis na célula e há a construção do fuso acromático. Desorganiza-se o invólucro nuclear.
- Durante a metafase os cromossomas estão muito curtos e grossos e colocam-se na zona central da célula.
- Na anafase os centrómeros rompem-se e os cromatídios que constituem os cromossomas ascendem para os polos opostos.
- Na telofase o fuso acromático desaparece. Os cromossomas tornam-se mais finos e longos e progressivamente pouco visíveis ao microscópio ótico e forma-se o invólucro nuclear e o nucléolo.
- De modo a concluir a divisão celular, ocorre a citocinese e a célula divide-se em duas partes idênticas formando-se duas células iguais à célula inicial.
- A forma e função das células depende de processos de transcrição e tradução e da sua regulação.
- A diferenciação celular é determinada pela forma como a célula seleciona o que vai ser transcrito e traduzido.
- Há células indiferenciadas que se podem dividir e dar origem a um novo organismo. Chamam-se células totipotentes. As células que só dão origem a alguns tipos de tecidos chamam-se células pluripotentes.
- Nos animais, as células tronco (ou estaminais) são células indiferenciadas. A potencialidade de regenerarem tecidos é uma possibilidade que está a ser estudada pelos cientistas.
- As plantas também apresentam células meristemáticas (ex. gomos de ramos e no ápice da raiz). As células vegetais podem regenerar uma planta igual à planta de origem e dizem-se totipotentes.

Exercícios de Aplicação 7.2

1 - Observa o gráfico relativo ao ciclo celular.

1.1 Com base na observação atenta do gráfico, classifica as afirmações que se seguem como verdadeiras (**V**) ou falsas (**F**).

A - I indica a Interfase

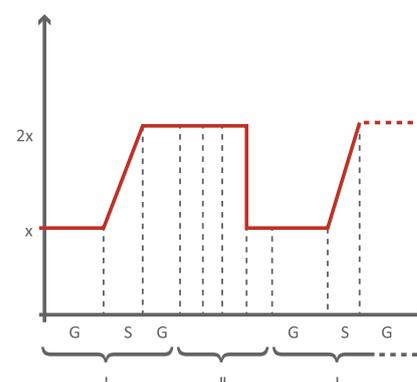
B - II indica a mitose

C - Estes ciclos celulares só ocorre em células diferenciadas

1.2 Indica o significado de x e de 2x no gráfico.

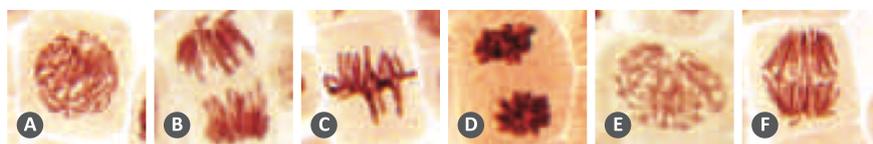
1.3 Descreve por palavras tuas a variação da quantidade de DNA ao longo do ciclo celular.

Quantidade de DNA



2 - Descreve, de modo simples, em que consiste o período S da interfase.

3 - As imagens representadas correspondem a células observadas ao microscópio ótico em mitose. Indica a etapa da mitose em que cada uma das células se encontra utilizando as letras que as referenciam. Justifica cada resposta.



4 - Indica as palavras que permitem completar a frase:

O ciclo celular implica duas fases. Na, a célula prepara-se para a divisão e o seu DNA. A outra fase chama-se, e há a divisão da célula em duas células filhas. Cada célula filha tem uma quantidade de igual à quantidade da célula mãe.

5 - Explica a frase por palavras tuas: "A replicação semiconservativa de DNA faz com que cada célula filha receba uma cadeia da molécula de DNA inicial da célula mãe".

6 - Explica de forma simples e resumida em que consiste a fase G0.

7 - Selecciona a opção correta:

- a) células totipotentes e células pluripotentes são células diferenciadas
- b) células pluripotentes podem originar qualquer tipo de célula de um organismo
- c) células totipotentes são muito abundantes nos corpos de animais adultos
- d) células totipotentes podem originar alguns tipos de célula de um organismo

8 - Compara células estaminais e células meristemáticas e onde se podem encontrar.

Não escrevas neste livro.

Completa a atividade
no teu caderno

i